

Juha Kannelkoski

PAPERIKEMIKAALIEN ANNOSTELULAITTEIDEN KÄYTÖN  
PARANTAMINEN

Kemiantekniikan koulutusohjelma  
2009



# PAPERIKEMIKAALIEN ANNOSTELULAITTEIDEN KÄYTÖN PARANTAMINEN

Kannelkoski, Juha  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
Huhtikuu 2009  
Vaittinen, Reijo  
UDK: 66.028  
Sivumäärä: 54

Asiasanat: paperikemikaalit, annostelulaitteet, limantorjunta

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli Paperikemikaalien annostelulaitteiden optimointi. Työn tarkoituksena oli pyrkiä vähentämään kemikaalien lisäyksestä ja laitteiston huolloista johtuvia asiakaspalveluinsinöörien käyntejä Kemiran asiakaspalvelutehtailla Länsi- ja Keski-Suomen alueella. Lisäksi työssä oli tavoitteena korvata vanhaa tekniikkaa uudella, saada yhtenevät annostelulaitteistot koko alueen tehtailla, lisätä laitteiston huoltovapautta ja tehdä laitteista helpommin käytettäviä ja parantaa työturvallisuutta.

Työtä varten valittiin kuusi asiakastehdasta Länsi- ja Keski-Suomen alueelta. Jokaiseen tehtaaseen tutustuttiin ensin tehtaasta vastaavan asiakaspalveluinsinöörin johdolla, jolloin käytiin läpi tehtaalla tapahtuvat kemikaalien annostelupaikat, annostelutavat kemikaalit ja annostelulaitteistot. Tämän jälkeen jokaisella tehtaalla käytiin toisen kerran itsenäisesti. Tehdaskäyntien pohjalta laadittiin parannusehdotukset jokaiselle tehtaalle.

Tehtaalla A saatiin Fennocide BR 98 kemikaalin lisäystarvetta muutettua niin, että kemikaalia lisätään kerran viikossa, kun aikaisemmin kemikaalia lisättiin kaksi kertaa viikossa. Muuten työn tulokset ovat nähtävissä vasta tulevaisuudessa. Tehdyt parannusehdotukset menevät työn valvojana toimivalle Joni Välimäelle, joka tarkastelee tehtyjä ehdotuksia ja poimii ehdotuksista mahdolliset toteutuskelpoiset ideat ja vie niitä eteenpäin. Työssä laadittiin myös kemikaalinkestävyystaulukko, josta nähdään, minkälaisia materiaaleja kullekin kemikaalille tulisi annostelulaitteissa käyttää. Taulukon on tarkoitus toimia tulevaisuudessa asiakaspalveluinsinöörien apuna laitteiden ja pumppujen materiaaleja valittaessa.

# IMPROVEMENT OF THE DOSAGE DEVICES OF PAPER CHEMICALS

Kannelkoski, Juha  
Satakunta University of Applied Sciences  
Degree Programme in Chemical Engineering  
April 2009  
Vaittinen, Reijo  
UDC: 66.028  
Number of pages: 54

Key words: paper chemicals, dosing devices, slime control

---

The purpose of this thesis was to try to reduce the visits of customer service engineers in the area of Western Finland and Central Finland caused by the addition of chemicals and by the maintenance of the equipment at the client mills of Kemira. Furthermore, the objective was to replace old technique with a new one, to integrate dosage equipment at the factories of the whole area, to increase the maintenance freedom of the equipment and to make them more easily usable and to improve industrial safety.

For the work, six customer factories were chosen from the area of Western Finland and Central Finland. A tour at all factories under the guidance of the custom service engineer responsible for the factory was made to get familiar with the dosage places of chemicals, the chemicals to be rationed and the dosage equipment. After this every factory was visited independently for a second time. Based on the factory visits the improvement proposals were drawn up for every factory.

At factory A the dosage of Fennocide BR 98 was changed so that the chemical will be added once a week instead of adding it earlier twice per week. Otherwise the results of the work can be seen later. Improvement proposals will go to Joni Välimäki who acts as the supervisor of the work and who examines them and picks the feasible ideas and advances them. In the work a chemical resistance table also was drawn up to show what kind of materials to each chemical should be used in the dosage devices. The purpose of the table is to serve as a help for the custom service engineers in the future when the materials of the dosage devices and pumps are chosen.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	LIMANTORJUNTA JA SÄILÖNTÄ.....	8
2.1	Bakteerit ja sienikasvustot .....	9
2.1.1	Aerobiset bakteerit .....	9
2.1.2	Anaerobiset bakteerit .....	9
2.1.3	Sulfaattia pelkistävät bakteerit .....	9
2.1.4	Sienikasvustot .....	10
2.2	Mikrobien vaatimat olosuhteet .....	10
2.2.1	pH.....	10
2.2.2	Lämpötila .....	10
2.3	Mikrobien aiheuttamat ongelmat .....	11
2.4	Mikrobien torjunta .....	11
3	KEMIKAALIT .....	12
3.1	Fennosan- kemikaalit.....	12
3.1.1	Fennosan B 25.....	12
3.1.2	Fennosan B 100 ja B 100 L.....	13
3.1.3	Fennosan BC 16 .....	13
3.1.4	Fennosan DP .....	13
3.1.5	Fennosan PAA .....	13
3.1.6	Fennosan IT 21.....	14
3.1.7	Fennosan M 6 G, M 9 ja M 10.....	14
3.1.8	Fennosan PS 23 ja 75 .....	14
3.1.9	Fennosan R 20 A ja V .....	14
3.1.10	Fennosan S 18.....	15
3.1.11	Fennosan GL 10 ja 24.....	15
3.1.12	Fennosan BR 94, 98, 99 ja 100.....	15
3.2	Fennocide- kemikaalit.....	15
3.2.1	Fennocide M.....	15
3.2.2	Fennocide PG .....	16
3.2.3	Fennocide PS 24 D, PS 45 ja PS 75 .....	16
3.2.4	Fennocide IT .....	16
3.2.5	Fennocide S 18.....	16
3.2.6	Fennocide R 20 ja R 20 A .....	17
3.2.7	Fennocide GL 50.....	17
3.2.8	Fennocide BC 11 ja 16.....	17

3.2.9 Fennocide BR 98, 98 G ja BRT .....	17
3.2.10 Fennocide B 100 G .....	17
3.2.11 Fennocide 145 .....	18
3.2.12 Fennocide 420 .....	18
3.2.13 Fennocide BIT .....	18
4 ANNOSTELULAITTEET .....	18
4.1 Siirtopumput .....	18
4.1.1 Sähkökäyttöinen siirtopumppu .....	19
4.1.2 Paineilmakäyttöinen kalvopumppu .....	19
4.2 Annostelupumput .....	22
4.2.1 Magneettitoiminen kalvoannostelupumppu .....	22
4.2.2 Moottorikäyttöinen kalvoannostelupumppu .....	24
4.3 Säiliöt .....	25
4.4 Biosidin annostelujärjestelmä .....	27
4.5 Aspinaattori .....	29
4.6 Fennosurfin ja Fennocide 145:n annostelulaite .....	31
4.7 Fennosan PAA:n annostelulaitteisto .....	32
5 TEHTAAT .....	34
5.1 Tehdas A .....	34
5.1.1 Fennosan GL 10 .....	34
5.1.2 Fennodispo 320 .....	34
5.1.3 Fennosan IT 21 .....	35
5.1.4 Fennocide BR 98 .....	35
5.2 Tehdas B .....	35
5.2.1 Fennocide 145 ja Fennosurf 150 (WT) .....	35
5.2.2 Fennocide BR 98 G .....	36
5.3 Tehdas C .....	37
5.3.1 Fennosan GL 24 .....	37
5.3.2 Fennosan IT 21 .....	37
5.3.3 Fennocide 145 ja Fennosurf 300 .....	38
5.3.4 Fennodispo 320 .....	38
5.4 Tehdas D .....	38
5.4.1 PK 4 .....	39
5.4.2 PK 11 ja PK 12 .....	39
5.4.3 Fennocide BR 98 .....	42
5.4.4 PK 8 .....	43
5.5 Tehdas E .....	43
5.5.1 Määränpään annostelut .....	43

5.5.2 Pasta-, liima- ja väri-annostelut.....	45
5.5.3 Pigmenttiannostelut.....	46
5.5.4 Fennosan BR 94 .....	46
5.6 Tehdas F .....	46
5.6.1 Fennodispo 525 .....	46
5.6.2 Fennocide BR 98.....	47
5.6.3 Fennocide 145 ja Fennosurf 300 .....	47
5.6.4 Fennofloc A 18.....	48
6 PARANNUSEHDOTUKSET .....	48
6.1 Tehdas A .....	49
6.2 Tehdas B .....	50
6.3 Tehdas C .....	51
6.4 Tehdas D .....	51
6.5 Tehdas E .....	51
6.6 Tehdas F .....	52
7 KEMIKAALIKESTÄVYYS TAULUKKO .....	52
8 TYÖN TULOKSET .....	53
LÄHTEET.....	54
LIITTEET	

Liite 1: Tehtaalla A tehdyt Redox- ja kloorijäämä mittaukset

# 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli pyrkiä vähentämään kemikaalien lisäyksestä ja laitteiston huolloista johtuvia asiakaspalveluinsinöörien käyntejä Kemiran asiakaspalvelutehtailla Länsi- ja Keski-Suomen alueella. Lisäksi työssä oli tavoitteena korvata vanhaa tekniikkaa uudella, saada yhtenevät annostelulaitteistot koko alueen tehtaille, tehdä laitteista helpommin käytettäviä ja muutenkin nopeuttaa ja helpottaa työskentelyä tehtailla, kuitenkin niin, ettei käyttöturvallisuus huonone.

Kemira toimittaa Länsi- ja Keski-Suomen alueella paperi- ja kartonkitehtaille erilaisia kemikaaleja eri käyttötarkoituksiin. Kemikaaleja käytetään mm. dispergointiin, vaahdonestoon, retention parantamiseen, massojen, pastojen ja pigmenttien säilöntään, vesijärjestelmien desinfiointiin sekä liman- ja mikrobien torjuntaan. Tässä työssä otettiin tarkemman tarkastelun kohteeksi säilöntään, liman- ja mikrobien torjuntaan sekä vesijärjestelmien desinfiointiin käytetyt kemikaalit, koska ne asettavat kaikkein suurimmat vaatimukset annostelulaitteiden ja pumppujen materiaaleille. Työhön pyrittiin valitsemaan ne tehtaat Länsi- ja Keski-Suomen alueelta, joissa oli tarpeita parannuksille. Ne tehtaat, joissa ei ollut suurta tarvetta parannuksille jätettiin työstä pois. Lopulta työhön valikoitui kuusi tehdasta. Lähtökohtana työtä aloittaessa oli, ettei missään tehtaassa tarvitsisi käydä tekemässä rutiiniluontoisia töitä enempää kuin kerran viikossa.

Työn teoriaosassa käsiteltiin tarkemmin limantorjuntaa ja minkälaisia limantorjuntakemikaaleja ja säilöntäaineita asiakastehtailla annostellaan sekä siihen minkälaisia annostelulaitteita ja pumppuja kemikaalien annosteluun ja pumppaamiseen käytetään. Lisäksi työssä tarkasteltiin kemikaalien laitteille asettamia vaatimuksia ja laadittiin kemikaalikestävyystaulukko, josta nähdään mitä kemikaaleja annostelujärjestelmien materiaalit kestävät.

## 2 LIMANTORJUNTA JA SÄILÖNTÄ

Mikrobien esiintymistä paperitehtaalla ei voida välttää. Niiden pääsy prosessiin on väistämätöntä, koska kiertovesi sisältää biologisesti hajoavia liuenneita aineita, pH ja lämpötila ovat suotuisia mikrobeille ja paperikoneet ovat avoimia prosesseja, jolloin niihin pääsee epäpuhtauksia ilmasta, vedestä ja raaka-aineista. Mikro-organismit voivat aiheuttaa paljon ongelmia paperin- ja kartongin valmistuksessa jos vastatoimiin ei ryhdytä. Yksittäisen bakteerin koko voi olla alle  $1\text{ }\mu\text{m} \times 2\text{ }\mu\text{m}$ , mutta bakteerien teho perustuukin uskomattomaan kykyyn lisääntyä nopeasti. Paperikoneen kiertovesi, massat, pastat, liimat ja pigmentit voivat sisältää jopa 100 miljoonaa bakteeria per millilitra, jollei biosidiannostelua käytetä. Lima voi aiheuttaa vakavia taloudellisia menetyksiä lisääntyneiden seisona-aikojen takia, lima aiheuttaa ratakatkoja, lisäpesujen tarvetta sekä vaikuttaa lopputuotteen laatuun. Paperiteollisuus käyttää vuosittain yli 200 miljoonaa euroa limantorjuntaan, mutta liman muodostuminen on silti yksi suurimmista syistä paperikoneen ajettavuusongelmiin./1/

Limaa muodostuu, kun mikrobiset eliöyhteisöt kasvavat sisäisesti itse valmistamassaan soluväliaineessa, solunulkoisessa polymeerisessä aineessa, joka liimaa solut yhteen. Tämä solulima muodostaa yleensä hyvin ohuen kerroksen bakteerin ympärille ja antaa biologiselle limalle hankalia ominaisuuksia limantorjuntaa ajatellen. Lima jaetaan kemialliseen limaun ja biologiseen limaun. Kemiallinen lima syntyy kuiduista, pigmenteistä, pihkasta ja paperikemikaaleista, jotka muodostavat ainesekoista ja saostuvat lähellä oleville pinnoille. Biologinen lima on mikrobien muodostamaa limaa. Näiden kahden välille on kuitenkin hankala tehdä eroa, koska mikro-organismit tarttuvat hyvin helposti kemialliseen limaun ja liman laatu muuttuu enemmän biologiseksi. Paperitehtaan limavaikeudet eivät riipu niinkään bakteerien kokonaismäärästä kuin runsaasti solulimaa erittävien bakteerien paljoudesta./1/



## 2.1 Bakteerit ja sienikasvustot

Paperitehtaalla esiintyvät bakteerit jaetaan eri ryhmiin sen perusteella, miten ne käyttäytyvät hapen kanssa.

### 2.1.1 Aerobiset bakteerit

Aerobiset bakteerit tarvitsevat elääkseen happea. Ne ovat yleisimpiä saastuttajia paperinvalmistusprosessissa. Bakteerin lajista riippuen, aerobiset bakteerit voivat pilata esim. tärkin, karboksimeetyliselluloosan, lateksin, hartsiliiman tai muun paperin täyteaineen. Suuri aerobinen bakteerikasvusto voi käyttää kaiken liuenneen hapen esimerkiksi pigmenttisäiliössä, luoden näin suotuisan ympäristön anaerobisille mikrobeille./1/

### 2.1.2 Anaerobiset bakteerit

Anaerobiset bakteerit saavat energiansa käymisestä. Tämän vuoksi ne tuottavat paljon orgaanisia happoja ympäristöönsä ja näin ollen voivat laskea koko paperinvalmistusprosessin pH:ta. Joskus käymisen tuotteena voi syntyä voimakasta pahaa hajua. Anaerobisia bakteereja on kahta eri tyyppiä: Obligaattianaerobit vaativat kokonaan hapettomat olosuhteet toimiakseen. Fakultatiiviset anaerobit voivat kasvaa hapettomissa sekä hapellisissa olosuhteissa. Hapellisissa olosuhteissa ne lisääntyvät nopeasti, ja myöhemmin kun happi on kulunut, ne voivat nopeasti vaihtaa toisenlaiseen aineenvaihduntaan./1/

### 2.1.3 Sulfaattia pelkistävät bakteerit

Sulfaattia pelkistävät bakteerit käyttävät sulfaattia hapen sijaan. Ne ovat erittäin epätoivottuja, koska ne pystyvät tuottamaan rikkivetyä, joka synnyttää pahaa hajua ja on erittäin myrkyllistä. Kasvaakseen nämä bakteerit vaativat ympäristön, jossa on hyvin pieni konsentraatio liuennutta happea. Sulfaattia alentavat bakteerit ovat melko hidaskasvuisia ja niitä esiintyy tyypillisimmin säiliöissä, joissa on ns. ”kuollut”, liikumaton kerros pohjalla./1/

#### 2.1.4 Sienikasvustot

Paperikoneilla esiintyy yksisoluisia sienikasvustoja (hiivat), sekä rihmamaisia sienikasvustoja (homeet). Niiden solujen koko on 10-100-kertainen verrattuna bakteereihin. Hiivasolut saavat hapellisissa oloissa energiansa hengittämällä, ja hapettomissa oloissa ne vaihtavat käymiseen. Hiivoja esiintyy hyvin yleisesti esim. tärkissä. Homeet kasvavat haarautuen, ne ovat erittäin epämieluisia paperikoneella, koska niillä on taipumus kokoontua yhteen suuremmiksi esiintymiksi. Suurina määrinä ne voivat aiheuttaa pahaa hajua ja ne saattavat myös muodostaa itiöitä. Sienikasvustot eivät yleensä kasva yli 50 °C lämpötiloissa ja niitä esiintyykin yleisimmin viileämissä varastosäiliöissä ja esiintyminä kylmempien pintojen roiske alueilla./1/

### 2.2 Mikrobien vaatimat olosuhteet

#### 2.2.1 pH

Neutraali pH on optimaalisin kasvuympäristö useimmille mikrobeille, mutta mikrobien kasvu ei kuitenkaan kokonaan rajoitu neutraalisiin olosuhteisiin. Mikrobien nopea kasvu on mahdollista normaaleissa paperinvalmistuksessa esiintyvissä olosuhteissa, pH:n ollessa välillä 4-9. pH:n ollessa alle 4:n tai yli 9:n, mikrobien kasvu on vaikeampaa, muttei mahdotonta. Sienikasvustot, hiivat ja homeet, viihtyvät happamammissa olosuhteissa kuin bakteerit. Sienikasvustot ovatkin yleisempiä olosuhteissa joissa pH on alle 6, kun taas bakteeriongelmia esiintyy enemmän neutraaleissa ja alkalisisissa olosuhteissa.

#### 2.2.2 Lämpötila

Bakteerien kasvulle sopivimmat olosuhteet ovat lämpötilan ollessa 20 °C – 55 °C. Bakteerien kasvu rajoittuu vasta lämpötilan noustessa yli 60 °C. Sienikasvustot eivät yleensä kasva yli 50 °C lämpötilassa ja niitä esiintyykin yleisimmin viileämissä olosuhteissa.

### 2.3 Mikrobien aiheuttamat ongelmat

Mikrobit voivat aiheuttaa ongelmia paperinvalmistusprosessissa sekä vaikuttaa lopputuotteen laatuun. Liman muodostuminen säiliöiden pinnalle, putkilinjoihin ja paperikoneelle voi aiheuttaa paperiin pilkkuja ja reikiä, tai ratakatkoihin, kun limalohka-reet irtoavat ja kulkeutuvat paperirainalle. Lima voi myös tukkia viiroja ja huopia sekä vesisuihkujen suuttimia. Suuri mikrobitoiminta, esim. hylkytornissa, voi alentaa hylyn redoxia ja pH:ta, ja sillä voi olla vaikutusta koko märkään päähän. Epävakaa märänpään pH häiritsee paperikoneen kemialla ja riski kemikaalien saostumiselle kasvaa. Erityisesti silloin, kun käytetään karbonaattia alkalisissa olosuhteissa, hylyn pH:ta pitää kontrolloida huolellisesti. pH:n laskeminen alle seitsemään, voi aiheuttaa hiilidioksidin muodostusta, vaahtoamista, tahmaisuutta ja muuttaa zetapotentiaalia. Ajettavuusongelmia voi myös aiheutua siitä, jos mikrobit ovat pilanneet raaka-aineita säilönnän aikana. Mikrobikasvustot esim. tärkkien-, liimojen-, pigmenttien ja pastojen varastosäiliöissä vaikuttavat niiden toimintaan. Liman muodostuminen voi myös aiheuttaa annostelulinjojen tukkeutumista. Anaerobiset bakteerikasvustot esim. hylkytornissa, kirkassuodostornissa, konesäiliössä tai lisäainesäiliöissä voivat aiheuttaa pahojakin hajuhaittoja tehtaalla ja lopputuotteessa. Jos varastosäiliöissä on pitkäaikaista aerobista toimintaa, voi syntyä orgaanisia happoja ja rikkivetyä, joista voi aiheutua terveyshaittoja sekä räjähdysvaaraa. Lisäksi limanmuodostuminen metallisille pinnoille voi aiheuttaa korroosiota. /1/

### 2.4 Mikrobien torjunta

Biosidien annostelu on yleisimmin käytetty keino mikrobien torjunnassa. Biosidit joko pysäyttävät mikrobien kasvun ja lisääntymisen tai kokonaan tuhoavat mikrobisolut. Tyypillinen biosidiohjelma sisältää yksilölliset käsittelyt prosessin eri vaiheissa, esim. tehtaalle tulevaan raakaveteen, lisäainesäiliöihin, paperikoneen kiertovesiin ja hylyn kiertoön. Jos biosidiohjelma jossain kohdin pettää, se tyypillisesti vaikuttaa koko koneen toimintaan. Biosidin valintaan vaikuttavat se, tarvitaanko pitkävaikutteista biosidia, joka ylläpitää riittävää biostaattista tasoa, vai halutaanko saavuttaa nopeasti taso, jolla saadaan aikaan mikrobien täydellinen sterilisaatio, sekä kemiallinen yhteensopivuus systeemin kanssa. Esimerkiksi alkalisissa ja happamissa olosuhteissa käytetään yleensä eri tuotteita. Biosidit luokitellaan yleensä niiden käyt-

tösovelluksen mukaan säilöntäaineisiin ja limantorjunta-aineisiin, mutta samaa kemikaalia voidaan myös käyttää sekä säilöntään että limantorjuntaan./1/

Limantorjunnan tehokkuutta ja toimivuutta seurataan tehtaalta viikoittain otettavien näytteiden avulla. Näytteet lähetetään laboratorioon, missä niistä tehdään erilaisia mikrobiologisia analyysyjä. Näytteiden oton yhteydessä tehtaalla mitataan niistä myös pH:ta, redoxia ja lämpötilaa, joista voidaan seurata prosessin olosuhteita ja niissä tapahtuvia muutoksia.

### 3 KEMIKAALIT

Asiakastehtailla on annostelussa kemikaaleja useaan eri tarkoitukseen. Työssä keskitytään käsittelemään Fennosan ja Fennocide- kemikaaleja, joita käytetään mikrobien- ja limantorjuntaan, säilöntään sekä veden desinfiointiin, koska nämä kemikaalit asettavat ominaisuuksiensa vuoksi kaikkein kovimmat vaatimukset annostelulaitteille. Muita käytössä olevia kemikaaleja ovat mm. vaahdonestoaineet, dispergointiaineet, fiksatiivit sekä retentioaineet. Fennosan ja Fennocide- kemikaalien erona on se, että Fennocide- kemikaaleja ei voida käyttää paperikoneen lyhyen- tai pitkän kierron mikrobien- ja limantorjuntaan, kuten esim. massan- ja kiertoveden limantorjunta-aineeksi, vaan niitä käytetään pääasiassa pigmenttien ja pastojen säilöntään. Poikkeuksena on Fennocide 145, jota voidaan käyttää myös kiertovesijärjestelmien desinfiointiin.

#### 3.1 Fennosan- kemikaalit

##### 3.1.1 Fennosan B 25

Fennosan B 25 on pitkävaikutteinen biosidi, joka soveltuu massalinjojen ja vesikiertojen limantorjuntaan. Fennosan B 25:tä käytetään bakteerien ja homeiden torjuntaan, etupäässä lyhyenkierron ulkopuolella olevien vaikeiden kohtien käsittelyyn.

Sitä voidaan myös käyttää säilöntäaineena massojen yms. säilöntään. Tehoaineena toimii datsometti, 3,5-dimetyyli-1,3,5-tiadiatsiini-2-tioni ja tehoainepitoisuus on 20 %./2, 3/

### 3.1.2 Fennosan B 100 ja B 100 L

Fennosan B 100 ja B 100 L soveltuvat massojen säilöntäaineeksi, mutta myös hylkylinjan limantorjunta-aineeksi. Niitä käytetään etupäässä lyhyenkierron ulkopuolella alueisiin, joissa on todettu limanmuodostusta tai muuta mikrobiologista haittaa. Fennosan B 100 ja B 100 L ovat jauhemaisia biosideja, joiden tehoaineena toimii datsometti, 3,5-dimetyyli-1,3,5-tiadiatsiini-2-tioni ja tehoainepitoisuus on 85 %./2, 3/

### 3.1.3 Fennosan BC 16

Fennosan BC 16 on laajaspektrinen mikrobiologinen seos, joka on tehokas gram-negatiivisia ja gram-positiivisia bakteereja vastaan. Se soveltuu päällystyspастоjen, tärkkelysten ja liimojen säilöntään. Tehoaineina toimivat 2-bromi-2-nitrapropanidioli, tehoainepitoisuus 15 % ja 5-kloori-2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni sekä 2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni, joiden tehoainepitoisuus on yhteensä 1 %./2, 3/

### 3.1.4 Fennosan DP

Fennosan DP on puhdas peretikkahappotisle. Sitä käytetään alhaisen etikkahappopitoisuuden ja hyvän tuotestabiilisuuden ansiosta limantorjunta-aineena paperikoneella. Tehoaineena toimii peretikkahappotisle ja tehoainepitoisuus on n.40 %./2, 3/

### 3.1.5 Fennosan PAA

Fennosan PAA soveltuu hapettavana biosidina hyvin paperi- ja selluteollisuuden massojen ja kiertoveden limantorjunta-aineeksi. Se tehoaa erityisesti biofilmiä muodostaviin sekä aerobisiin ja anaerobisiin bakteereihin. Tehoaineena toimii peretikkahapon tasapainoliuos ja tehoainepitoisuus on n.15 %./2, 3/

### 3.1.6 Fennosan IT 21

Laajaspektrisenä mikrobiosidina Fennosan IT on tehokas bakteereja, homeita ja hiivoja vastaan. Käytetään paperikoneen lyhyenkierron mikrobiongelmien torjuntaan sekä sellaisen pitkän kierron käsittelyyn, jossa ei ole hapettavia olosuhteita. Fennosan IT 21 soveltuu lisäksi jäähdytysvesisysteemien käsittelyyn sekä lietteiden ja massan säilöntään. Tehoaineena toimii 5-kloori-2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni ja 2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni. Tehoainepitoisuus on yhteensä 2,1 %./2, 3/

### 3.1.7 Fennosan M 6 G, M 9 ja M 10

Fennosan M on nopeavaikutteinen biosidi, jota käytetään etupäässä lyhyenkierron limantorjunta-aineena. Tehoaineena toimii metyleenibistiosyaniitti ja tehoainepitoisuudet ovat 6 %, 9 % ja 10 %./2, 3/

### 3.1.8 Fennosan PS 23 ja 75

Fennosan PS on laajaspektrinen biosidi, joka on tehokas aerobisia ja anaerobisia, myös sulfaattia pelkistäviä bakteereja vastaan. Sillä on myös biofilmiä läpäisevä ominaisuus. Käytetään päällystyspastojen, tärkkelysten ja liimojen säilöntään. Tehoaineena toimii tetrakishydroksimetyylifosfoniumsulfaatti ja tehoainepitoisuudet ovat 23 % ja > 70 %./2, 3/

### 3.1.9 Fennosan R 20 A ja V

Veteen liukeneva biosidi, jota voidaan käyttää sekä neutraalien että happamien paperikonesysteemien käsittelyyn. Lisäksi soveltuvat myös tärkkelyksen ja muiden lietteiden säilöntään. Tehoaineena toimii R 20 A:ssa 2,2-dibromi-3-nitriilipropionamidi ja R 20 V:ssä 2,2-dibromi-3-nitriilipropionamidi sekä 2,2-dibromi-2-syanoasetamidi ja tehoainepitoisuus molemmissa on 20 %./2, 3/

### 3.1.10 Fennosan S 18

Fennosan S 18 on veteen hyvin liukeneva biosidi. Fennosan S 18:ta käytetään limantorjunta-aineena vesi- ja massasysteemeissä sekä säilöntäaineena erilaisille vettä sisältäville suspensioille, emulsioille ja liuoksille. Tehoaineena toimii 2-bromi-2,1,3-dioli ja tehoainepitoisuus on 18,2 %./2, 3/

### 3.1.11 Fennosan GL 10 ja 24

Fennosan GL on laajaspektrinen nopeasti vaikuttava biosidi, jota käytetään, kun halutaan nopeasti alentaa liian korkeita mikrobiarvoja. Käyttökohteita ovat limantorjunta-aineena erilaisissa vesisysteemeissä sekä päällystyspастоjen ja lietteiden säilöntäaineena. Tehoaineena toimii Glutaraldehydi ja tehoainepitoisuudet ovat 50 % ja 24 %./2, 3/

### 3.1.12 Fennosan BR 94, 98, 99 ja 100

Fennosan BR on kiinteä, tabletti-, granulaatti- tai jauhemuodossa oleva hapettava desinfiointiaine, joka tappaa vedessä olevat mikrobit ja sitä käytetään raakavesi- ja kiertovesisysteemien desinfiointiin. Tehoaineena toimii bromikloori-5,5-dimetyylihydantoiini ja tehoainepitoisuus on 93–99 %./2, 3/

## 3.2 Fennocide- kemikaalit

### 3.2.1 Fennocide M

Fennocide M on säilöntäaine, jonka käyttökohteita ovat päällystyspigmenttien, pastojen ja lietteiden säilöntä. Se tehoaa hyvin aerobisiin bakteereihin ja homeisiin ja hiivoihin. Tehoaineena toimii metyleenibistiosyaniitti ja tehoainepitoisuus on 9 %./2, 3/

### 3.2.2 Fennocide PG

Veteen liukenevana biosidina Fennocide PG soveltuu neutraalien ja happamien paperikonesysteemien aerobisten ja anaerobisten bakteerien torjuntaan. Muita käyttökohteita ovat lietettyjen lisäaineiden, kuten tärkin, pigmenttien ja lisäainelietteiden säilöntä. Tehoaineena toimii polyheksametyleeniguanidiini, jonka tehoainepitoisuus on 16 - 18 % ja 2-bromi-2-nitropropaani-1,3-dioli, jonka tehoainepitoisuus on 15–17 %./2, 3/

### 3.2.3 Fennocide PS 24 D, PS 45 ja PS 75

Fennocide PS on laajaspektrisenä biosidina erityisen tehokas aerobisia ja anaerobisia bakteereja vastaan. Sen käyttökohteita ovat päällystyspастоjen, tärkkelysten ja liimojen säilöntäaineena. Tehoaineena toimii tetrakishydroksimetyyli-fosfoniumsulfaatti. Tehoainepitoisuudet ovat 22–24 %, 40–45% ja 70–75 %./2, 3/

### 3.2.4 Fennocide IT

On laajaspektrinen säilöntäaine, joka on tehokas bakteereja, homeita ja hiivoja vastaan. Sopii hyvin päällystyspigmenttien, pастоjen ja lietteiden säilöntään. Tehoaineena toimii 5-kloori-2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni ja 2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni. Tehoainepitoisuus on yhteensä 2,1 %./2, 3/

### 3.2.5 Fennocide S 18

Fennocide S 18 soveltuu hyvin veteen liukenevana ja nopeasti vaikuttavana, erilaisten vettä sisältävien suspensioiden mikrobien torjuntaan. Tehoaineena toimii 2-bromi-2-1,3-dioli ja tehoainepitoisuus on 18,2 %./2, 3/



### 3.2.6 Fennocide R 20 ja R 20 A

On täysin liukeneva biosidi, jota käytetään tärkki- ja pigmenttilietteiden säilönnässä bakteerien ja homeiden torjuntaan. Tehoaineena toimii 2,2-dibromi-3-nitriilipropionamidi ja tehoainepitoisuus on 20 %./2, 3/

### 3.2.7 Fennocide GL 50

Lietteiden säilöntään tarkoitettu veteen liukeneva biosidi, joka soveltuu tärkki-, pigmentti- ja muiden prosessilietteiden säilönnässä bakteerien ja homeiden torjuntaan. Tehoaineena toimii glutaraldehydi ja tehoainepitoisuus on 50 %./2, 3/

### 3.2.8 Fennocide BC 11 ja 16

Fennocide BC on erityisen tehokas gram-negatiivisia ja gram-positiivisia bakteereja vastaan. Käyttökohteita ovat tärkkelysten, päällystyspastojen ja liimojen säilöntä. Tehoaineena toimivat 2-bromi-2-nitropropanidioli ja 5-kloori-2-metyyli-4-isotiatsoliini-3-oni ja tehoainepitoisuudet ovat yhteensä 11 ja 16 %./2, 3/

### 3.2.9 Fennocide BR 98, 98 G ja BRT

Hapettava desinfiointiaine, jota käytetään raakaveden ja kemiallisesti puhdistetun veden desinfiointiin. Tehoaineena toimii bromikloori-5,5-dimetyylihydantoiini ja tehoainepitoisuus on min. 96 %. BRT:ssä tehoaineet ovat bromikloori-5,5-dimetyylihydantoiini, jonka pitoisuus on 70 % ja trikloori-isosyanuurihappo, jonka pitoisuus on 30 %./2, 3/

### 3.2.10 Fennocide B 100 G

Fennocide B 100 G on hienoksi granuloitu jauhe. Käytetään erilaisten lietteiden säilöntäaineena, mutta soveltuu myös mikrobintorjuntaan vesisysteemeissä, joissa on voimakasta anaerobista toimintaa. Tehoaineena toimii 3,5-dimetyyli-1,3,5-tiadiatsiini-2-tioni ja pitoisuus on min. 98 %./2, 3/

### 3.2.11 Fennocide 145

Käytetään limantorjuntakemikaalina mikrobien torjuntaan kierto-vesijärjestelmissä, mutta soveltuu myös lietteiden ja massan säilöntään. Tehoaineina toimivat natriumhypokloriitti, tehoainepitoisuus 15 % ja natriumhydroksidi, tehoainepitoisuus 2 %./2, 3/

### 3.2.12 Fennocide 420

Fennocide 420:tä käytetään pigmenttien säilöntäaineena. Tehoaineena toimii Datso-metti, 3,5-dimetyyli-1,3,5-tiadiatsiini-2-tioni ja tehoainepitoisuus on 20 %./2, 3/

### 3.2.13 Fennocide BIT

On biosidi, jota käytetään päällystyspастоjen ja pigmenttien säilöntäaineena. Tehoaineena toimivat 1,2-bentsisotiatsoli-3(2H)-oni, jonka tehoainepitoisuus on 19–21 % ja natriumhydroksidi, jonka tehoainepitoisuus on 5-10 %./2, 3/

## 4 ANNOSTELULAITTEET

### 4.1 Siirtopumput

Siirtopumppauksella tarkoitetaan kemikaalin pumppaamista varastokontista annostelusäiliöön. Kemikaalit toimitetaan asiakastehtaalte konteissa. Tehtaalla kontit kuljete-taan tehtaan kemikaalivarastoon ja sieltä edelleen annostelupisteeseen tai suoraan annostelupisteeseen, josta ne pumpataan annostelusäiliöön.

#### 4.1.1 Sähkökäyttöinen siirtopumppu

Sähkökäyttöisiä siirtopumppuja on saatavilla monia eri malleja. Tuotto vaihtelee alle 100 l/min aina 240 l/min asti ja pumpulla voidaan päästä jopa 35 m nostokorkeuteen asti, riippuen pumpun mallista. Pumput soveltuvat myös hyvin viskoottisten aineiden pumppaukseen, pumpun maksimi viskositeetti on 600 – 30 000 mPas. Pumppuun kuuluu moottori sekä moottoriin kiinnitettävä erillinen imuputki. Imuputkessa on liitin, johon voidaan liittää painepuolen letku. Moottorin pesän materiaali on yleensä teflonia ja tiivisteet Vitonia. Imuputken materiaaliksi on saatavilla mm. PVDF, polypropeeni ja haponkestävä teräs. Imuputken pituudet ovat 1000 ja 1200 mm, mutta tarvittaessa putken pituudeksi on saatavilla 500 – 3000 mm:n imuputkia./4/



Kuva 1. Sähkökäyttöinen siirtopumppu

#### 4.1.2 Paineilmakäyttöinen kalvopumppu

Paineilmatoiminen kalvopumppu sopii hyvin syövyttävien, viskoottisten, erittäin herkkien ja kaasupitoisten aineiden pumppaamiseen, koska pumpun toiminta perustuu paineilman käyttöön; siinä ei tarvita ollenkaan sähköä. Pumpun syöttömäärää säädetään syöttöilman painetta muuttamalla. Pumpun maksimi syöttömäärä on 650 -

6700 l/h pumpun mallista riippuen ja paineilman kulutus 0,5 – 77 m<sup>3</sup>/h. Pumpun syöttökorkeus vaihtelee välillä 1,7 – 8,2 m. Syöttöilman paine voi olla enintään 7 baria. Koska syöttömäärä on vahvasti sidoksissa vastapaineeseen, on pumpun suorituskykykäyrää noudatettava tarkasti. Lisäksi paine-ero hydrauliikkapuolen ja painepuolen välillä ei saa ylittää 2 baria, koska suuremmalla paine-erolla on vaikutusta pumpun käyttöikänsä. Pumppu kestää hyvin kuivumista, on itseilmaava eikä siinä tarvita varoventtiiliä. Pumpun materiaalivaihtoehtot ovat polypropeeni - kammio santopreeni - kalvoilla ja -venttiileillä tai PVDF-kammio PTFE-kalvoilla ja venttiileillä. Ympäristön lämpötilarajat pumpun käytölle ovat PP-mallissa +5 - +65 °C ja PVDF-mallissa -13 - +93 °C. Paineilmakäyttöisen kalvopumpun tarkemmat tekniset tiedot on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Paineilmatoimisen pumpun etuja sähkökäyttöiseen nähden ovat sen helppokäyttöisyys, koska pumpun painelinja voidaan liittää kiinteästi annostelusäiliöön ja imulinja vaihtaa aina tyhjennettävänä olevan kemikaalikontin pohjayhteeseen. Tämän ansiosta saadaan kemikaalikontti myös täysin tyhjäksi, eikä kemikaalia mene hukkaan. Paineilmakäyttöisiä kalvopumppuja käytetään myös annostelulaitteiden pumppuina esim. aspinaattoreissa ja biosidin annostelujärjestelmissä./5/



Kuva 2. Paineilmakäyttöinen kalvopumppu./5/

Taulukko 1. Paineilmakäyttöisen PVDF kalvopumpun tekniset tiedot./6/

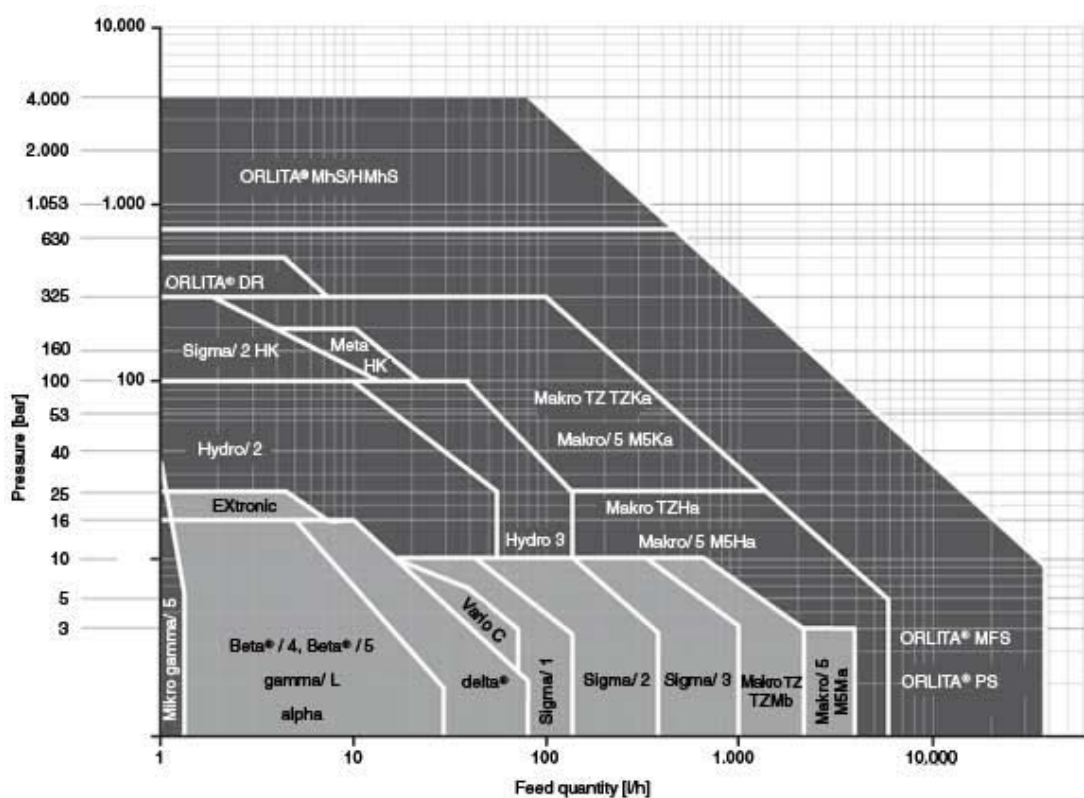
Order no.	1010797	1010798	1010799	1010800
Type of pump	Duodos 10 PVDF	Duodos 15 PVDF	Duodos 20 PVDF	Duodos 25 PVDF
Capacity (max.)	900 l/h	3 120 l/h	5 220 l/h	10 200 l/h
Back pressure (max.)	70 m Ws	70 m Ws	70 m Ws	70 m Ws
Feed quantity/stroke	0.04 l	0.098 l	0.098 l	0.64 l
Temperature medium	-13 - 93 °C	-13 - 93 °C	-13 - 93 °C	-13 - 93 °C
Solids max. Ø	1 mm	3 mm	4 mm	6 mm
Suction lift dry	1.7 m	3.6 m	1.8 m	5.1 m
Suction lift wet	7.7 m	8.2 m	8.2 m	8.2 m
Suction connection	1/2" NPT external 1/4" NPT internal	1" BSP external 1/2" BSP internal	1 1/2" BSP external 1/4" BSP internal	1" ANSI flange
Pressure connection	1/2" NPT external 1/4" NPT internal	1" BSP external 1/2" BSP internal	1 1/2" BSP external 1/4" BSP internal	1" ANSI flange
Compressed air connection	1/4" NPT internal	1/4" NPT internal	1/4" NPT internal	1/2" NPT internal
Air consumption	0.5 – 11 Nm³/h	3.5 – 27 Nm³/h	7 – 34 Nm³/h	8.5 – 77 Nm³/h
Max. air pressure	7 bar	7 bar	7 bar	7 bar
Min. air pressure ca.	1 bar	1 bar	1 bar	1 bar
Feed housing	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF
Diaphragm	PTFE	Santoprene	Santoprene	Santoprene
Overlay diaphragm	none	PTFE	PTFE	PTFE
Ball valves	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE
Valve seats	PVDF	PTFE	PVDF	PVDF
Seals	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE
Pump housing	Polypropylene, glass fibre reinforced	Polypropylene, glass fibre reinforced	Polypropylene, glass fibre reinforced	Aluminium, epoxy coated
Installation support	PVDF	Stainless steel 302/304	Stainless steel 302/304	Steel, epoxy coated
Weight	2.5 kg	9 kg	9.5 kg	29 kg
Dimensions L x T x H	178 x 140 x 198 mm	258 x 179 x 287 mm	300 x 179 x 339 mm	446 x 260 x 530 mm

Taulukko 2. Paineilmakäyttöisen PP kalvopumpun tekniset tiedot./6/

Order no.	1010793	1010794	1010795	1010796
Type of pump	Duodos 10 PP	Duodos 15 PP	Duodos 20 PP	Duodos 25 PP
Capacity (max.)	900 l/h	3 120 l/h	5 220 l/h	10 200 l/h
Back pressure (max.)	70 m Ws	70 m Ws	70 m Ws	70 m Ws
Feed quantity/stroke	0.04 l	0.098 l	0.098 l	0.64 l
Temperature medium	5 – 65 °C	5 – 65 °C	5 – 65 °C	5 – 65 °C
Solids max. Ø	1 mm	3 mm	4 mm	6 mm
Suction lift dry	1.7 m	3.6 m	1.8 m	5.1 m
Suction lift wet	7.7 m	8.2 m	8.2 m	8.2 m
Suction connection	1/2" NPT external 1/4" NPT internal	1" BSP external 1/2" BSP internal	1 1/2" BSP external 1/4" BSP internal	1" ANSI flange
Pressure connection	1/2" NPT external 1/4" NPT internal	1" BSP external 1/2" BSP internal	1 1/2" BSP external 1/4" BSP internal	1" ANSI flange
Compressed air connection	1/4" NPT internal	1/4" NPT internal	1/4" NPT internal	1/2" NPT internal
Air consumption	0.5 – 11 Nm³/h	3.5 – 27 Nm³/h	7 – 34 Nm³/h	8.5 – 77 Nm³/h
Max. air pressure	7 bar	7 bar	7 bar	7 bar
Min. air pressure ca.	1 bar	1 bar	1 bar	1 bar
Feed housing	PP	PP	PP	PP
Diaphragm	Santoprene	Santoprene	Santoprene	Santoprene
Overlay diaphragm	none	none	none	none
Ball valves	Santoprene	Santoprene	Santoprene	Santoprene
Valve seats	PP	PTFE	PP	PP
Seals	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE
Pump housing	Polypropylene, glass fibre reinforced	Polypropylene, glass fibre reinforced	Polypropylene, glass fibre reinforced	Aluminium, epoxy coated
Installation support	PP	Stainless steel 302/304	Stainless steel 302/304	Steel, epoxy epoxy coated
Weight	2 kg	8 kg	9 kg	24 kg
Dimensions L x B x H	178 x 140 x 198 mm	258 x 179 x 287 mm	300 x 179 x 339 mm	446 x 260 x 530 mm

## 4.2 Annostelupumput

Annostelupumppuja käytetään, kun halutaan annostella tarkasti tietty määrä kemikaalia annostelusäiliöstä prosessiin. Sopiva annostelupumppu valitaan jokaiselle käyttökohteelle erikseen. Annostelupumpun valintaan vaikuttavat annosteltavan kemikaalin kulutus ja prosessista mahdollisesti syntyvä vastapaine. Vastapaineen syntymiseen vaikuttaa annostellaanko kemikaali paineettomaan tilaan vai esimerkiksi suljettuun prosessilinjaan. Asiakastehtailla kemikaalien annosteluun käytetään pääasiassa magneetti- ja moottorikäyttöisiä kalvoannostelupumppuja.



Kuva 3. Annostelupumppujen valintataulukko. X-akselilla tuotantomäärä (l/h) ja Y-akselilla sovelluksesta syntyvä vastapaine (bar)/7/

### 4.2.1 Magneettitoiminen kalvoannostelupumppu

Magneettitoimisen kalvoannostelupumpun käyttöalue on 0,74 -32 l/h ja kemikaalia voidaan annostella 2-16 barin vastapaineeseen, riippuen pumpun mallista. Pumppua voidaan käyttää mm limantorjunta-aineiden, säilöntäaineiden, dispergointiaineiden ja

vaahdonestoaineiden annosteluun. Tuottomäärää säädetään iskunpituutta ja iskuntiheyttä muuttamalla. Iskunpituutta säädetään välillä 0-100 %. Iskuntiheyttä säädetään näppäimistön ja näytön avulla, maksimi iskuntiheys on 180 isku/min. Näytössä syöttömäärä näkyy joko isku/min tai l/h.



Kuva 4. Magneettitoiminen kalvoannostelupumppu.

Pumppuun on saatavissa 2 viikon jaksoissa toimiva kiinteä prosessiajastin tai pumppu voidaan kytkeä erillisen kelloajastimen perään tai ohjattuun pistorasiaan, jolloin kemikaalia voidaan annostella jaksoissa ja annostelu pysäyttää ja käynnistää halutulla hetkellä. Pumppuun voidaan liittää myös pinnankorkeuskytkin ja ulkoisen ohjauksen liitäntä, jolloin pumppua voidaan ohjata ulkoisesti 4-20 mA standardisignaaliilla, jolloin kemikaalia voidaan annostella esim. tuotannon mukaan. Pumppuun on saatavilla myös itseilmaava annostuspää. Pumpun kemikaalien kanssa kosketuksissa oleviksi materiaaleiksi on saatavilla eri vaihtoehtoja: polypropyleeni, akryyli, PVC, PVDF, PTFE ja hapon kestävä teräs. Materiaalit valitaan käyttötarkoituksen mukaan. Polypropyleeni on edullinen ja kestää useita happoja ja emäksiä. Akryyli ja PVC kestävät hyvin natriumhypokloriittia. PVDF kestää konsentroituja ja syövyttäviä happoja ja emäksiä ja on edullisempi vaihtoehto kuin PTFE. PTFE:tä käytetään annosteltaessa erittäin konsentroituja ja syövyttäviä happoja ja emäksiä. Viskositeetillä on vaikutusta annostuspään rakenteeseen. Viskositeetin ollessa yli 500 mPas käytetään jousellisia venttiilejä. Viskositeetin ollessa alle 50 mPas suositellaan käytettäväksi itseilmaavaa annostuspäätä. Pumpun osien eri materiaalit on tarkemmin esitelty taulukossa 3./8,9/

Taulukko 3. Magneettitoimisen kalvoannostelupumpun materiaalit, jotka ovat kosketuksissa annosteltavaan kemikaaliin./9/

Version	Liquid end	Valves	Seals	Balls
PPE PPB	PP PP	PP PP	EPDM FPM	Ceramic Ceramic
NPE NPE	Acrylic glass Acrylic glass	PVC PVC	EPDM FPM	Ceramic Ceramic
PVT	PVDF	PTFE with carbon	PTFE	Ceramic
TTT	PTFE with carbon	PTFE with carbon	PTFE	Ceramic
SST	Stainless steel 1.4571	Stainless steel 1.4571	PTFE	Ceramic

#### 4.2.2 Moottorikäyttöinen kalvoannostelupumppu

Moottorikäyttöistä kalvoannostelupumppua on saatavissa kolmea eri mallia. Kaikki mallit toimivat samalla periaatteella. Käyttöalue on 17-1030 l/h ja annostelu voidaan suorittaa 4-12 barin vastapaineeseen, riippuen pumpun mallista. Kaikista malleista on saatavilla 50 Hz-versio ja 60 Hz-versio. Käyttökohteita ovat virtausmäärään suhteutettu kemikaalien lisääminen vedenkäsittelyprosesseihin, esim. natriumhypokloriitti, mitattuihin arvoihin suhteutettu kemikaalin lisääminen, aikaohjattu kemikaalin lisääminen sekä impulssiohjattu annostus. Iskunpituutta voidaan säätää 1 % tai 0,5 % välein. Iskuntiheyttä säädetään näppäimistöstä, maksimi iskunpituus vaihtelee pumpun mallista riippuen. Syöttömäärä näkyy näytössä l/h:ssa tai US galloneissa. Myös moottoritoimisiin kalvoannostelupumppuihin voidaan liittää prosessiajastin tai erillinen kelloajastin ja se voidaan kytkeä ohjaus kontakti- tai analogisignaalin avulla. Pumpun annostuspään materiaalit ovat PVDF ja haponkestävä teräs. Pumpun osien eri materiaalit on tarkemmin esitelty taulukossa 4./10,11,12/





Kuva 5. Moottorikäyttöinen kalvoannostelupumppu./10/

Taulukko 4. Moottorikäyttöisen kalvopumpun materiaalit, jotka ovat kosketuksissa annosteltavaan kemikaaliin./13/

Materiaali	Annostuspää	Imu-/ syöttö- liitin	Tiivisteet	Kuulat	Jouset	Integroitu ylivirtaus- venttiili
PVT	PVDF	PVDF	PTFE	Keraamiset /lasi	Haponk. teräs 1.4301	PDFE/Viton®
SST	Haponk. teräs 1.4571/1.4404	Haponk. teräs 1.4581	PTFE	Haponk. teräs 1.4404	Haponk. teräs 1.4301	Haponk. teräs/ Viton®

#### 4.3 Säiliöt

Annostelusäiliön valintaan vaikuttaa pääasiassa annosteltava kemikaali ja sen kulutus. Lisäksi vaikutusta on annostelupisteen sijainnilla tehtaalla. On otettava huomioon, minkälaiseen tilaan säiliö on tarkoitus asettaa. Joissain tapauksissa tila asettaa rajoituksia sille, minkä kokoista annostelusäiliötä voidaan käyttää. Annostelusäiliöllä on yleensä oltava jonkinlainen varoallas, joka tulee myös ottaa huomioon tilantarvetta arvioidessa. Säiliön koko tulisi valita optimaaliseksi kemikaalin kulutuksen mukaan. Säiliön tulisi olla riittävän suuri, jotta kemikaalia ei tarvitsisi lisätä liian usein. Tarkoitus olisi, että kemikaalia ei tarvitsisi lisätä useammin kuin kerran viikossa. Säiliö ei saisi myöskään olla liian suuri, koska jossain tapauksissa kemikaalissa voi käydä tapahtumaan hajoamista, jos kemikaali seisoo säiliössä liian pitkään. Kemikaaleille on saatavissa hajoamiskäyriä, joista voidaan nähdä, kuinka kauan kemikaalia voidaan säilöä.

Annostelusäiliöitä on saatavissa kaiken kokoisia. Limantorjuntakemikaaleille käytetään pääasiassa 1 m<sup>3</sup>, 2 m<sup>3</sup> ja 3 m<sup>3</sup> säiliöitä, 1 m<sup>3</sup>:n säiliönä käytetään yleensä tyhjää

kemikaalikonttia. Konttien ja säiliöiden materiaali on yleensä suuritiheyspolyetyleniä, joka kestää hyvin useimpia kemikaaleja. Joillain asiakastehtailla on mahdollista käyttää tehtaan omia säiliöitä kemikaalin annosteluun ja varastointiin. Muita käytettyjä säiliöiden materiaaleja ovat mm. lasikuituvahvisteinen muovi, metalli, PVDF sekä PVC.

Annostelusäiliöiden asettelulle ja täytölle on olemassa useita eri ratkaisuja. Annostelusäiliöitä voidaan kytkeä rinnan, jolloin saadaan helposti lisää kapasiteettia. Konteille on olemassa telineitä, joista kemikaali voidaan helposti valuttaa alempana olevaan annostelukonttiin tai säiliöön. Yli 5 m<sup>3</sup> säiliöille on myös mahdollista järjestää säiliön täyttö säiliöautosta, pienin mahdollinen bulkkikemikaalikuorma on 4,5 m<sup>3</sup>.



Kuva 6. 3 m<sup>3</sup>:n annostelusäiliö turva-altaineen.



Kuva 7. Annostelusäiliönä toimiva 1000 litran kemikaalikontti

#### 4.4 Biosidin annostelujärjestelmä

Biosidin annostelujärjestelmää käytetään, kun kemikaalia on tarkoitus annostella useaan eri kohteeseen. Annostelujärjestelmä muodostuu yhdestä neljään annostelijasta, joista kullakin on mahdollista annostella yleensä kuuteen laskurilla varustettuun linjaan. Annostelijassa on pakko-ohjatut venttiilit sekä nestepaineella toimiva mäntä.



Kuva 8. Biosidi annostelija./14/

Kohde valitaan linjanvalintaventtiilein. Näistä venttiileistä vain yksi voi olla kerrallaan auki. Mikäli annostelu on aktivoitu järjestelmän useampiin linjoihin samanaikaisesti, jakaa järjestelmän ohjaus annostelijan resurssia tasaisesti kullekin kuudelle linjalle. Annosteluresepteillä määritetään, kuinka biosidia annostellaan kuhunkin linjaan. Kullakin linjalla on oma reseptisivunsa, johon voidaan ohjelmoida kaikkiaan kymmenen eri annostelutapahtumaa. Valittavana on kolme annostelutapaa: Reaaliaikainen annostelu, ulkoisella signaalilla ohjattava jatkuva-annostelu sekä kerta-annostelu. Tyypillisiä sovelluskohteita annostelijalle ovat kaikki eräprosessit, joissa sillä voidaan korvata mm. punnitukseen tai tilavuusvirtausmittaukseen perustuvat annostelut. Lisäksi annostelija soveltuu jatkuviin prosesseihin, joissa on riittävät sekoitustilavuudet jaksottaisen virtauksen tasoittamiseen. Annostilavuus on 1-2000 ml/min ja annostelijalla voidaan annostella maksimissaan 20-30 annosta/min. Annostelijan materiaaleja ovat PVDF, PTFE ja C-PTFE. Annostelijan tekniset tiedot on tarkemmin esitetty taulukossa. Järjestelmä voidaan liittää automaatiojärjestelmään esim. binäärisignaalilla, jolloin voidaan ohjata linjakohtaista annostelua sekä saada reaaliaikaista tietoa hälytyksistä sekä kemikaalien kulutuksista./14,15/



Kuva 9. Biosidin annostelujärjestelmä

Taulukko 5. Biosidiannostelijan tekniset tiedot./14/

ANNOSTILAVUUS	1.0-2000.0 ml/annos
MATERIAALIT	
Metallirakenne	AISI 316L/PP/PVDF/C-PTFE
Muovirakenne	PVDF/ PTFE/C-PTFE
LÄMPÖTILA-ALUE	0-60 °C
PAINELUOKKA	PN 10 - PN 16
OHJAUSLIITÄNNÄT	
Rajakytkimet	24VDC tai 220 VAC
Instrumentti-ilma	6 bar- 120 l/min
PROSESSILIITÄNNÄT	
1.0-250.0 ml	R 1/2" sisäkierre
250.0 - 1000.0 ml	R 3/4" sisäkierre
1000.0 - 2000.0 ml	R 1 " sisäkierre

#### 4.5 Aspinaattori

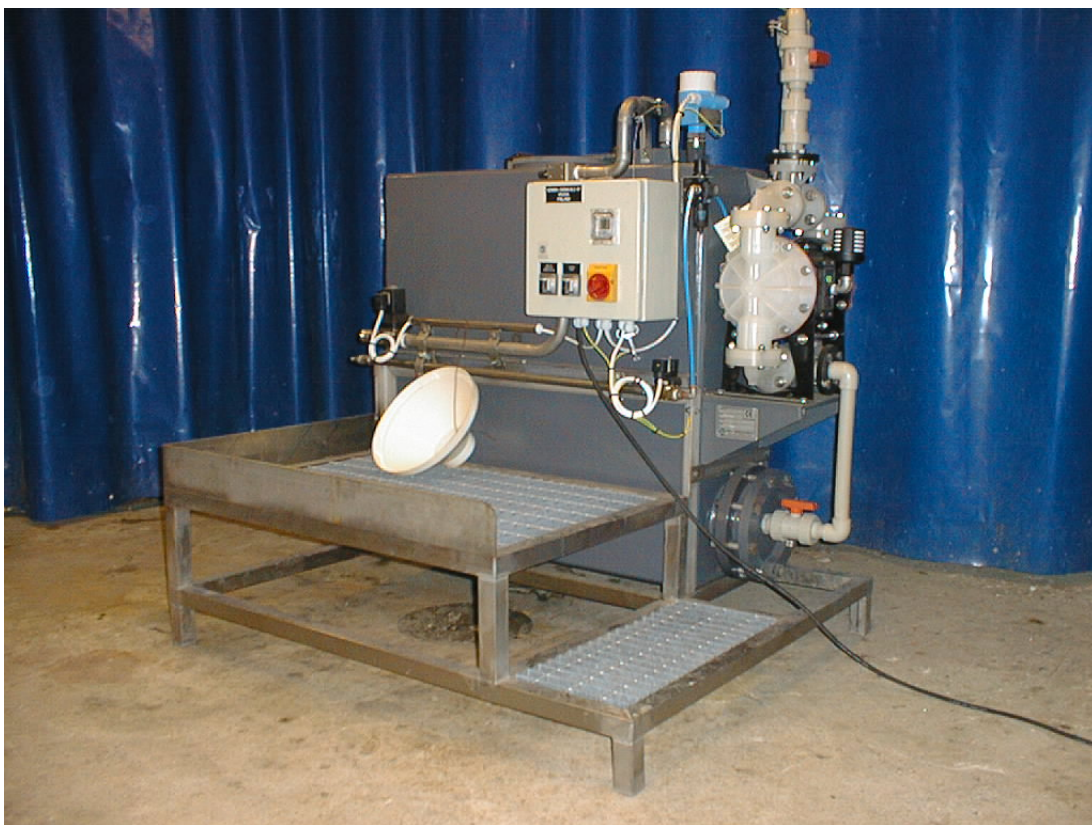
Aspinaattori on Fennosan- ja Fennosan BR kemikaalien annosteluun kehitetty laite. Laitteistoon kuuluu säiliö, joka täytetään kemikaalilla. Laitteiston läpi johdetaan vettä, jolloin kemikaali liukenee tasaisesti veteen, joka edelleen pumpataan prosessiin. Säiliön materiaalina käytetään PVC:tä. Liukenemiseen vaikuttavat liuotusveden laatu ja varsinkin lämpötila, jonka ei suositella ylittävän + 40 °C. Jos liuotusveden lämpötila on liian korkea, kemikaali liukenee veteen liian nopeasti ja kemikaalin kulutus on suurempi. Myös liian kylmän veden käytössä esiintyy ongelmia, koska tällöin kemikaalin liukeneminen on liian vähäistä, josta saattaa seurata myös laitteiston tukkeutumista. Veden virtausta laitteessa säädellään automaattisesti pinnankorkeusmittarin ja magneettiventtiilin avulla. Kemikaalin syöttö prosessiin tapahtuu pumpun avulla. Aspinaattorissa käytetään annostelupumppuna paineilmatoimista kalvopumppua, jolloin annostelun säätely tapahtuu paineilman määrää säätämällä tai painepuolen venttiiliä kuristamalla. Laitteessa voidaan käyttää pumppuna myös titaanista keskipakopumppua, jos kemikaalia pitää annostella suureen vastapaineeseen, jos kemikaalia annostellaan useampaan kohteeseen samalla kertaa tai jos paineilmaa ei ole saatavilla. Tällöin laitteeseen kuuluu myös tilavuusvirtausmittari ja virtausta voidaan säätää pumpun taajuutta muuttamalla. Pumppua voidaan ohjata joko käsiohjauksella tai au-



tomaattisesti, jolloin ajastimen avulla voidaan säätää pumppu käymään halutulla hetkellä. Aspinaattorin säiliö voi olla pienempi käsin täytettävä malli tai suurempi ns. suursäkkilaite, jolloin säiliö voidaan täyttää noin 200 kg:n kemikaalisäkillä.



Kuva 10. Aspinaattori paineilmakäyttöisellä kalvopumpulla ja aspinaattori tiitaanipumpulla.



Kuva 11. Aspinaattori

#### 4.6 Fennosurfin ja Fennocide 145:n annostelulaite

Fennosurfia ja Fennocide 145:tä ajetaan yleensä prosessiin samanaikaisesti. Fennocide 145 tehoaa erittäin tehokkaasti mikrobeihin, mutta sen vaikutusaika prosessissa yksinään käytettynä on erittäin lyhyt. Fennosurfin käyttö Fennocide 145:n rinnalla lisää sen tehoaineen vaikutusaikaa ja mikrobien torjunta prosessissa on tehokkaampaa. Fennosurfin ja Fennocide 145:n annosteluun on kehitetty annostelulaite, jossa kumpikin kemikaali tulee laitteistoon omaa linjaa pitkin ja ne pumpataan omilla pumpuilla yhteiseen annostelulinjaan, jossa kemikaalit sekoittuvat ja jatkavat matkaansa prosessiin. Laitteessa käytetään pumppuina moottoritoimisia kalvoannostelupumppuja. Laitteessa käytetään kapasiteetiltaan 17 – 120 l/h olevia pumppuja riippuen kemikaalin kulutuksesta ja annostelukohteen mahdollisesti synnyttämästä vastapaineesta. Laitteeseen on liitetty kellokytkimellä varustettu ohjauslaitteisto, josta pumppuja voidaan käyttää käsiajolla tai automaattiohjauksella kellokytkimen avulla. Laitteessa on myös vesilinja, joka huuhtelee pumpun pesän ja annostelulinjan vedellä automaattisesti jokaisen annostelusyklin jälkeen. Laitteisto huuhdellaan vedellä, koska Fennocide 145 on helposti kaasuuntuva, ja vesihuuhtelulla pyritään estämään ilmataskujen muodostuminen pumpun pesään ja annostelulinjaan.



Kuva 12. Surfin ja hypon annostelulaite ulkopuolelta.



Kuva 13. Surfin ja hypon annostelulaite sisäpuolelta.

#### 4.7 Fennosan PAA:n annostelulaitteisto

Fennosan PAA on erittäin syövyttävää ja hapettavaa, jonka vuoksi laitteistossa käytetty materiaali, pumpun annostuspää ja kemikaalin kanssa kosketuksissa olevat osat ovat haponkestävä teräs, PVDF, PVC ja PE. Laitteessa on n. 1200 litran säiliö, jonka päälle voidaan asettaa kemikaalikontti, jolloin säiliön täyttö tapahtuu valuttamalla. Kemikaalin annosteluun käytetään moottorikäyttöistä kalvoannostelupumppua. Laitetta voidaan ajaa käsiajolla tai automaattisesti. Laitteessa on lisäksi pinnankorkeuden mittari ja siihen yhdistetty pinnankorkeuden hälytys. Pinnankorkeus näkyy laitteen paneelissa olevasta digitaalimittarista. Laitteessa on lisäksi virtausmittari ja vesilinja, joka huuhtelee annostelulinjan jokaisen annostelukerran jälkeen, jolloin syövyttävä kemikaali ei jää linjastoon seisomaan.





Kuva 14. Fennosan PAA:n annostelulaite.



Kuva 15. Fennosan PAA:n annostelulaiteen valutusmekanismi.

## 5 TEHTAAT

### 5.1 Tehdas A

Tehtaalla on annostelussa seuraavia kemikaaleja: Fennocide BR 98, Fennosan IT 21, Fennosan GL 10 ja Fennodispo 320.

#### 5.1.1 Fennosan GL 10

Fennosan GL 10:a annostellaan sekoitussäiliöön 32 l/vrk ja spray-tärkkelys säiliöön jokaisen uuden tärkkelyskuorman yhteydessä, kulutus on n. 18 l/kuorma. Annostelusäiliönä toimii 1000 litran kontti ja annostelu tapahtuu kahdella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla. Sekoitussäiliön annostelupumppu on ajastimen perässä, jolla pumppu on ohjelmoitu käymään haluttuna hetkenä. Spray-tärkin annostelupumppu on kytketty ohjaukseen, jolloin sen voi kytkeä valvomosta päälle aina tärkkelyskuorman tullessa. Säiliön täyttö tapahtuu käsikäyttöisellä siirtopumpulla.

#### 5.1.2 Fennodispo 320

Fennodispo 320 annostellaan kolmeen eri pisteeseen. Sekoituspumpulle jatkuvana vakioannoksena 50 l/vrk, ruskeauusiomassatornilta lähtevälle pumpulle 75 – 150 l/vrk ja sekauusiomassatornilta lähtevälle pumpulle 30-50 l/vrk. Massatornien pumput on kytketty automaatiojärjestelmään, jolloin pumppujen ohjaus tapahtuu standardiviestillä ja pumput käyvät ja sammuvat tuotannon vaihtelujen mukaan. Annostelusäiliönä toimii kaksi rinnan kytkettyä 1070 litran konttia ja pumppaus tapahtuu kolmella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

### 5.1.3 Fennosan IT 21

Annostellaan spray-tärkin varastosäiliöön kolme kertaa viikossa, ja kemikaalin kulutus on yhteensä 70 l/vko. Annostelu tapahtuu yhdellä magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla, joka on kytketty ajastimeen. Annostelusäiliönä toimii 1000 litran kontti.

Kemikaalia annostellaan myös kolmeen eri massatärkkisäiliöön. Annostelu tapahtuu kolme kertaa viikossa, ja kemikaalin kulutus on yhteensä 48 l/vko. Annostelusäiliönä toimii 1000 litran kontti ja annostelu tapahtuu kolmella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla, jotka on kytketty ajastimeen. Säiliöiden täytössä käytetään kummassakin säiliössä sähkökäyttöistä siirtopumppua.

### 5.1.4 Fennocide BR 98

Fennocide BR 98:a annostellaan jatkuvana kahdella eri aspinaattorilla. Annostelu tapahtuu lämminvesisäiliöön, jossa kemikaalin kulutus on n. 40 kg/vko. Kemikaalia lisätään kahtena päivänä viikossa niin, että maanantaina ja perjantaina lisätään kumpakin 20 kg.

Toisella aspinaattorilla kemikaalia annostellaan suihkuvesisäiliöön. Kemikaalin kulutus on 80 kg/vko ja kemikaalia lisätään kaksi kertaa viikossa niin, että maanantaina ja perjantaina kemikaalia lisätään kumpakin 40 kg.

## 5.2 Tehdas B

Tehtaalla annostellaan seuraavia kemikaaleja: Fennocide 145, Fennosurf 150 (WT) ja Fennocide BR 98 G.

### 5.2.1 Fennocide 145 ja Fennosurf 150 (WT)

Fennocide 145 ja Fennosurf 150(WT) annostellaan kaksoiskomponenttisysteeminä vesilaitokselta paperikoneille menevään veteen. Fennocide 145:n kulutus on 50 l/vrk ja Fennosurf 150:n (WT) kulutus 25 l/vrk. Kemikaalit annostellaan staattiseen sekoit-

tajan kautta yhteen annostelu linjaan, jossa ne jatkavat yhtenä liuoksena annostelupisteeseen.. Annostelusäiliöinä toimii kaksi 1000 litran konttia ja annostelu tapahtuu jatkuvana kahdella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla. Säiliöiden täyttöön käytetään sähkökäyttöistä siirtopumppua.



Kuva 16. Fennocide 145:n ja Fennosurf 150:n (WT) annostelupiste.

#### 5.2.2 Fennocide BR 98 G

Fennocide 98 G annostellaan PK 6:lle lähtevään jäähdytysveteen 200 kg viikossa, siten, että maanantaisin ja torstaisin lisätään kumpanakin 100 kg. Kemikaalin annostelu veteen tapahtuu jatkuvana aspinaattorin avulla.



Kuva 17. Fennocide BR 98:n annostelupiste.

### 5.3 Tehdas C

Tehtaalla on annostelussa seuraavia kemikaaleja: Fennosan GL 24, Fennosan IT 21, Fennocide 145, Fennosurf 300 ja Fennodispo 320.

#### 5.3.1 Fennosan GL 24

Fennosan GL 24:sta annostellaan saostetun LKH-säiliöön ja saostetun PKH-säiliöön yhteensä 40 kg/vrk. Annostelu tapahtuu jaksoittain 2 m<sup>3</sup> säiliöstä kahdella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla, jotka on kytketty ajastimen perään. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

Lisäksi Fennosan GL 24:sta annostellaan kaoliinin liettoon ja sideaine 2:een. Annostelu tapahtuu kahdesta 1000 litran kontista. Kemikaalin lisäämisestä vastaa tehtaan oma henkilökunta.

#### 5.3.2 Fennosan IT 21

Fennosan IT 21:sta annostellaan kolmesta eri kohteesta. Massatärkin liettosäiliöön, sinisen värin laimennussäiliöön, violetin värin laimennussäiliöön ja pintaliimatärkke-

lyksen välisäiliöön, IT 21:tä annostellaan jaksoittain ajastimen perään kytketyillä neljällä magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla yhteensä 18,6 kg/vrk. Annostelusäiliönä toimii 1000 litran kontti. Toisesta kohteesta IT 21:ta annostellaan KK1 pintapastan kiertoon ja kolmannelle kohteesta KK3 pintapastan kiertoon yhteensä 8 kg/vrk. Annostelusäiliönä käytetään kummassakin 1000 litran konttia ja annostelu tapahtuu jaksoittain kahdella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla, jotka on kytketty ajastimen perään. Säiliöiden täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

### 5.3.3 Fennocide 145 ja Fennosurf 300

Fennosurf 300:aa ja Fennocide 145:tä annostellaan kartonkikone 1:n sisä-, tausta- ja kansiperälaatikon viirakaivoon sekä kartonkikone 3:n sisä-, tausta- ja kansiperälaatikon viirakaivoon. Kemikaalin annostelu tapahtuu joka kohteeseen Fennosurfin ja Fennocide 145:n annosteluun tarkoitettulla annostelulaitteella ja annostelu tapahtuu jaksoittain ajastimen mukaan. Kumpikin kemikaali annostellaan 3 m<sup>3</sup>:n säiliöstä ja säiliöiden täyttö tapahtuu paineilmakäyttöisellä kalvopumpulla. Fennosurfin kulutus on yhteensä 106,6 kg/vrk ja Fennocide 145:n kulutus yhteensä 90,5 kg/vrk.

### 5.3.4 Fennodispo 320

Fennodispoa annostellaan jatkuvana kansikoivun ja koivun pulppereihin yhteensä 70 kg/vrk. Annostelu tapahtuu kahdesta rinnankytketystä 1070 litran kontista. Säiliöiden täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

## 5.4 Tehdas D

Tehtaalla on annostelussa seuraavia kemikaaleja: Fennocide 145, Fennosurf 300, Fennosan R 20 A, Fennosan IT 21, Aerotech 1650 V, Fennodispo 320, Fennosan PAA ja Fennocide BR 98.

#### 5.4.1 PK 4

Tällä hetkellä kemikaaleista on ajossa vain Fennosan R 20 A, jota annostellaan pintaliimatärkkiin ja massatärkkiin.

Fennosan R 20 A kemikaalia annostellaan massatärkin-, pintaliimatärkin-, PP-aineen-, laimean hylyn- ja retentioaineen varastosäiliöön sekä massapulperiin. Massatärkin, pintaliimatärkin, retentioaineen ja laimean hylyn annostelu tapahtuu koneen käydessä jaksoittain kellokytkimen perästä. Massapulperin annostelu on kytketty lukitusta pistorasiasta pulperoinnin perään ja PP-aineen annostelu lieton perään. Annostelusäiliöinä toimii kaksi 1000 litran konttia ja kemikaali annostellaan prosessiin kuudella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla. Kemikaalin kokonaiskulutus on 45,1 kg/vrk, mutta tällä hetkellä annosteltavan kemikaalin kulutus on 7,7 kg/vrk. Säiliöiden täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

Fennosan PAA kemikaalia annostellaan koneen käydessä jatkuvana 0-vesisäiliöön. Annostelu tapahtuu Fennosan PAA:n annosteluun tarkoitetun laitteiston avulla. Annostelusäiliön tilavuus on n. 1200 litraa ja kemikaalin kokonaiskulutus on 32,2 kg/vrk. Säiliö täytetään valuttamalla.

#### 5.4.2 PK 11 ja PK 12

Aerotech 1650 V ei ole tällä hetkellä annostelussa kummalakaan koneella.

Fennosan R 20 A kemikaalia annostellaan PK 11:llä nokkakyyppiin, lukko-vesikaivoon ja pintaliimasäiliöön, sekä PK 12:lla pastan varastosäiliö 1:een, pastan varastosäiliö 2:een, laimean hylyn varastosäiliöön, tärkkelyksen varastosäiliöön, päällystysaseman ala-ajosäiliöön ja päällystysaseman yläajosäiliöön. Kemikaalia annostellaan 2 m<sup>3</sup>:n säiliöstä magneettitoimisilla kalvoannostelupumpuilla ja annostelu tapahtuu jaksoittain kellokytkimen perästä. Kemikaalin kokonaiskulutus on 84,4 kg/vrk. Säiliö täytetään valuttamalla.





Kuva 18. Kuva Fennosan R 20 A:n annostelupisteestä.

Aerotech 1650 V kemikaalia annostellaan PK 11:llä ja PK 12:lla kroftalle ja viirakaivoon. Annostelu tapahtuu jatkuvana koneen käydessä neljällä magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla, neljästä 1000 litran kontista. Kemikaalin kokonaiskulutus on 289 kg/vrk, mutta tällä hetkellä kemikaalia annostellaan kahdesta kontista ja annosteltavan kemikaalin kulutus on 109 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.





Kuva 19. Kuva Aerotechin annostelupisteestä.

Fennocide 145 ja Fennosurf 300 kemikaalia annostellaan PK 12:lla viirakaivoon ja O-vesitorni kakkoseen. Kumpaakin kemikaalia annostellaan koneen käydessä jaksotain kellokytkimen perästä. Fennocide 145:tä annostellaan kahdella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla ja Fennosurfia annostellaan myös kahdella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla. Fennocide 145:tä annostellaan 2 m<sup>3</sup>:n säiliöstä ja Fennosurfin annostelusäiliönä toimii 1000 litran kontti. Fennocide 145:n kokonaiskulutus on 80,1 kg/vrk ja Fennosurfin kokonaiskulutus on 65,9 kg/vrk. Säiliöiden täyttämiseen käytetään sähkökäyttöistä siirtopumppua.



Kuva 20. Kuva Fennocide 145:n ja Fennosurf 300:n annostelupisteestä.

Fennodispo 320 kemikaalia annostellaan PK 11:llä koneen käydessä jatkuvana viirakaivoon. Kemikaali pumpataan prosessiin magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla ja annostelusäiliönä käytetään 1070 litran konttia. Kemikaalin kokonaiskulutus on 19,3 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

Fennosan IT 21 kemikaalia annostellaan kaoliinisäiliöön. Annostelu tapahtuu magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla jaksoittain kellokytkimen perästä. Annostelusäiliönä käytetään 1000 litran konttia ja kemikaalin kokonaiskulutus on 4,3 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

#### 5.4.3 Fennocide BR 98

Fennocide BR 98:a annostellaan vesilaitos 1:llä 80 kg kahden viikon välein, vesilaitos 2:lla 160 kg kuukaudessa ja kemialliseen veteen 120 kg kahden viikon välein. Kemikaalin annosteluun käytetään aspinaattoria.

#### 5.4.4 PK 8

PK 8 käyttää limantorjuntaa vain pidemmissä neutraaliajoissa.

Fennosan R 20 A kemikaalia annostellaan pintaliimatärkkelyksen konesäiliöön. Annostelu on lukittu pintaliimatärkin konesäiliön pumpun käynnin mukaan ja annostelu tapahtuu magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla jaksoittain kellokytkimen perästä. Annostelusäiliönä toimii 1000 litran kontti ja kemikaalin kokonaiskulutus on kemikaalia käytettäessä 1,5 kg/vrk.

### 5.5 Tehdas E

Tehtaalla on annostelussa seuraavia kemikaaleja: Fennocide 145, Fennosurf 300, Fennosan GL 24, Fennodispo 320, Fennosan IT 21 ja Fennosan BR 94.

#### 5.5.1 Määränpään annostelut

Fennocide 145 ja Fennosurf 300 kemikaalia annostellaan runkoperälaatikon -, pinta-perälaatikon – ja taustaperälaatikon viirakaivoihin. Annostelu tapahtuu jaksoittain Fennocide 145:n ja Fennosurfin annosteluun tarkoitetun laitteen avulla. Kumpaakin kemikaalia annostellaan 3 m<sup>3</sup>:n säiliöstä. Fennosurfin kokonaiskulutus on 97 kg/vrk ja Fennocide 145:n kokonaiskulutus 126 kg/vrk. Kummankin säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.



Kuva 21. Fennosurf 300:n ja Fennocide 145:n annostelupiste.

Fennosan GL 24 kemikaalia annostellaan rungon kiertovesitorniin, hylkytorniin, massatärkkelyksen liettosäiliöön, lisä-asemalle menevään hylkyyn, retentioaineen annostelusäiliöön ja sumutärkkelyksen varastosäiliöön. Annosteluun käytetään biosidin annostelujärjestelmää ja annostelu tapahtuu 3 m<sup>3</sup> säiliöstä. Kemikaalin kokonaiskulutus on 85,2 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

Fennodispo 320 kemikaalia annostellaan jatkuvana hiokkeeseen ennen massan pesuruuvia ja kuivatun hiokkeen laimennusveteen. Annostelu tapahtuu kahdella magneettitoimisella kalvopumpulla 3 m<sup>3</sup> säiliöstä. Kemikaalin kokonaiskulutus on 128 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.



Kuva 22. Fennodispo 320:n ja GL 24:n annostelupiste.

### 5.5.2 Pasta-, liima- ja väri-annostelut

Fennosan GL 24 kemikaalia annostellaan pintaliimatärkkelykseen pinnan konekiertoon, pintaliimatärkkelykseen selän konekiertoon, pastan konekierto 1:een, pastan varastosäiliö 1:een, pastan varastosäiliö 3:een ja pastan varastosäiliö 4:een. Annostelu tapahtuu jaksoittain kellokytkimen perästä, magneettitoimisilla kalvoannostelupumpuilla ja annostelusäiliönä toimii 1000 litran kontti. Kemikaalin kokonaiskulutus on 17,78 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

Fennosan IT 21 kemikaalia annostellaan kahdesta eri pisteestä. Ensimmäisestä kohteesta kemikaalia annostellaan pintaliimatärkkelykseen ja pastan konekierto 4:een. Pintaliimatärkkelyksen annostelu on kytketty toimivaksi ruuvin käydessä ja pastan konekierron annostelu tapahtuu jaksoittain kellokytkimen perästä. Kemikaalia pumpataan prosessiin kahdella magneettitoimisella kalvoannostelupumpulla ja annostelusäiliönä käytetään 1000 litran konttia. Kemikaalin kokonaiskulutus on 19,2 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

Toisesta kohteesta kemikaalia annostellaan sinisen värin säiliöön ja violetin värin säiliöön. Annostelu tapahtuu jaksoittain kellokytkimen perästä, magneettitoimisilla



kalvoannostelupumpuilla. Annostelusäiliönä käytetään 1000 litran konttia. Kemikaalin kokonaiskulutus on 1,8 kg/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

### 5.5.3 Pigmenttiannostelut

Fennosan GL 24 kemikaalia annostellaan pigmenttisäiliö 1:een, pigmenttisäiliö 2:een, pigmenttisäiliö 3:een, pigmenttisäiliö 6:een ja pigmenttisäiliö 9:ään. Annosteluun käytetään biosidin annostelujärjestelmää ja annostelu tapahtuu 1000 litran kontista ja kontin täyttö tapahtuu valuttamalla. Kemikaalin kokonaiskulutus on 120,4 kg/vko.

Fennosan IT 21 kemikaalia annostellaan talkin liettoon ja annostelu on lukittu toimivaksi talkin lieton mukaan. Annosteluun käytetään magneettitoimista kalvoannostelupumppua ja säiliönä toimii 1000 litran kontti. Kemikaalin kokonaiskulutus on n. 47 kg/vko. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

### 5.5.4 Fennosan BR 94

Fennosan BR 94 kemikaalia annostellaan tehtaalla 23 kg kahden kuukauden välein.

## 5.6 Tehdas F

Tehtaalla annostellaan seuraavia kemikaaleja: Fennodispo 525, Fennocide BR 98, Fennocide 145, Fennosurf 300 ja Fennofloc A18.

### 5.6.1 Fennodispo 525

Annostellaan TMP 1:en suodosvesisäiliö 1:een ja 2:een. Annosteluun käytetään moottorikäyttöistä kalvoannostelupumppua ja kemikaalia annostellaan 3 m<sup>3</sup>:n säiliöstä. Kemikaalin kokonaiskulutus on 125 l/vrk. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.



Kuva 23. Fennodispo 525:n annostelupiste.

#### 5.6.2 Fennocide BR 98

Kemikaalia annostellaan mekaaniseen veteen. Annostelu tapahtuu jatkuvana aspiraattorin avulla ja kemikaalin kokonaiskulutus on 140 kg/vko. Kemikaalin lisäys tapahtuu siten, että kerran viikossa lisätään 140 kg kemikaalia.

#### 5.6.3 Fennocide 145 ja Fennosurf 300

Fennocide 145:tä ja Fennosurf 300:aa annostellaan huuhteluveteen ja kemialliseen veteen. Annostelu tapahtuu jaksoittain Fennocide 145:n ja Fennosurfin annostelulaitteella. Fennocide 145:tä annostellaan tehtaan omasta säiliöstä 40 l/vrk ja Fennosurfia annostellaan 1000 litran kontista 20 l/vrk. Fennosurfin lisäys tapahtuu sähkökäyttöisellä siirtopumpulla.

#### 5.6.4 Fennofloc A 18

Kemikaalia annostellaan PK 3:n ja PK 4:n viirakaivoon. Annosteluun käytetään kah-  
ta pumppukaappia, joissa pumppuna toimii moottorikäyttöinen kalvoannostelupump-  
pu. Kemikaalia annostellaan tuotannon mukaan ja kokonaiskulutus on n. 400 l/vrk.  
Annostelu tapahtuu 2 m<sup>3</sup>:n säiliöstä. Säiliön täyttö tapahtuu sähkökäyttöisellä siirto-  
pumpulla.



Kuva 24. Fennofloc A 18:n annostelupiste.

## 6 PARANNUSEHDOTUKSET

Alla on esitetty tehdaskohtaiset parannusehdotukset. Niiden lisäksi voitaisiin tulevai-  
suudessa siirtyä muissakin kohteissa vähitellen käyttämään paineilmatoimisia siirto-  
pumppuja käsikäyttöisten sijaan, jolloin pumpun painepuoli voidaan kytkeä kiinteästi  
annostelusäiliöön ja pumpun imulinja voidaan kytkeä aina tyhjennettävänä olevan  
kemikaalikontin pohjayhteeseen. Tällöin saadaan kemikaalikontti täysin tyhjäksi,  
käsikäyttöisellä siirtopumpulla ei konttia saada koskaan täysin tyhjäksi, vaan kontin  
pohjalle jää aina jonkin verran kemikaalia. Tällöin kemikaalia ei mene hukkaan, vaan



kaikki kemikaali saadaan kontista annostelusäiliöön.. Paineilmatoimisen pumpun käyttö siirtopumppaukseen helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä tehtaalla.

Joissain kohteissa on käytössä vielä vanhemman mallisia magneettitoimisia kalvoannostelupumppuja. Pumput voitaisiin vaihtaa uudemman malliseen kalvoannostelupumppuun esim. luonnollisen poistuman kautta. Pumpun mennessä epäkuntoon sen tilalle vaihdetaan uudempi malli. Näin saataisiin yhdenmukaiset annostelupumput jokaiselle tehtaalle. Lisäksi ehdotan, että kaikkiin biosidin annostelujärjestelmiin tul-taisiin asentamaan ohjausliitântä, jolloin saataisiin reaaliaikaista tietoa hälytyksistä sekä kemikaalien kulutuksista. Koeajoissa ja aloitettaessa uutta annostelua, voitaisiin alkaa käyttämään kemikaalikonttiin liitettävää mittalasia. Mittalasin avulla pumpun annostusmäärän mittaaminen ja kemikaalikulutuksen seuraaminen olisi helpompaa

## 6.1 Tehdas A

Porissa tutkittiin mahdollisuutta siirtyä BR 98:n lisäyksessä yhteen kertaan viikossa. Mahdollisuutta tutkittiin ottamalla näytteitä annostelukohteista. Lämminvesisäiliöstä mitattiin kloorijäämää ja redoxia ja suihkuvesisäiliöstä redoxia, koska vesi oli liian sameaa kloorijäämämittaukseen. BR 98 on hapettava biosidi, joten kemikaalin hyvin toimiessa redox arvon pitää olla positiivinen ja kloorijäämätason lämminvesisäiliössä oltava minimissään n. yhden luokkaa. Ensin otettiin vertailunäytteitä, kun kemikaalia lisättiin kahtena päivänä viikossa. Näytteitä otettiin viikon ajalta ennen kemikaalin lisäämistä, n. puolituntia kemikaalin lisäämisen jälkeen ja lisäksi muutamina päivinä kemikaalin lisäysten välissä. Tämän jälkeen siirryttiin kemikaalia lisäämään yhtenä päivänä viikossa. Näytteitä otettiin tällöinkin ennen ja jälkeen kemikaalin lisäyksen ja kemikaalin toimivuutta seurattiin muutamia kertoja kemikaali lisäysten välissä. Tässä vaiheessa havaittiin, että kemikaalia kului liian nopeasti. Aspinaattoreissa oli juuri ennen mittausten aloittamista siirrytty käyttämään lämmintä vettä kemiallisen veden sijaan, jolloin veden lämpötila oli liian korkea ja kemikaalia liukeni veteen liian nopeasti ja kemikaalin kulutus oli suurempaa. Tämän havainnon jälkeen siirryttiin aspinaattoreissa käyttämään jälleen kemiallista vettä. Mittaukset suoritettiin vielä uudelleen, kun kemikaalia lisättiin yhtenä päivänä viikossa. Mittaukset tehtiin jälleen ennen ja jälkeen kemikaalin lisäyksen ja yhtenä päivänä kemikaalin lisäysten välillä. Mittaus tuloksista voitiin havaita, että annostelupisteissä saavutettiin riittävän suuri

redox taso, kun kemikaalia lisättiin yhtenä päivänä viikossa, myös kloorijäämä säilyi läpi viikon sopivalla tasolla. Mittaustulokset on esitetty liitteessä.

Lisäksi Fennodispon annosteluun voitaisiin hankkia 3 m<sup>3</sup>:n säiliö tai vaihtoehtoisesti liittää yksi 1000 litran kemikaalikontti kahden nykyisen rinnalle, näin kemikaalin lisäysväli pidentyisi.

## 6.2 Tehdas B

Tällä hetkellä tehtaalla annostellaan BR 98:a 200 kg/vko ja kemikaalia lisätään kahdena päivänä viikossa. Ehdotan, että kemikaalia tultaisiin jatkossa lisäämään yhtenä päivänä viikossa. Tällöin nykyisen aspinaattorin tilalle tulisi ottaa suuremmalla säiliöllä varustettu aspinaattori. Suuremman aspinaattorin voisi sijoittaa viereiseen tilaan, jota tällä hetkellä käytetään kemikaalin varastoinnissa.



Kuva 25. Fennocide BR 98:n varastuhuone.

Fennocide 145:n ja Fennosurf 150:n (WT) annostelussa voitaisiin siirtyä käyttämään Fennocide 145:n ja Fennosurfin annostelulaitetta. Lisäksi kummankin kemikaalin annostelussa voitaisiin siirtyä käyttämään päällekkäistä kaksoiskonttitelinettä, jolloin kemikaalin lisäys tapahtuisi siirtopumppauksen sijasta valuttamalla, joka helpottaisi ja nopeuttaisi työskentelyä tehtaalla.

### 6.3 Tehdas C

Tällä hetkellä Fennosurf 300 ja Fennocide 145 säiliöiden täyttöön käytetään yhtä paineilmatoimista kalvopumppua. Ehdotan, että kummankin säiliön täyttöön käytettäisiin tulevaisuudessa omaa pumppua, jolloin pumpun painepuoli voidaan kytkeä kiinteästi annostelusäiliöön ja pumpun imulinja voidaan kytkeä aina tyhjennettävänä olevan kemikaalikontin pohjayhteeseen.

### 6.4 Tehdas D

Fennocide 145:n ja Fennosurf 300:n annostelussa voitaisiin siirtyä käyttämään Fennosurf ja Fennocide 145:n annostelulaitteita. Lisäksi Fennosurf ja Fennocide 145:n annostelussa nykyisen 1 m<sup>3</sup>:n kontin voisi korvata 2 m<sup>3</sup>:n säiliöllä, jolloin kemikaalin lisäysväli pidentyisi ja lisäksi säiliöön mahtuisi koko kontti kerralla, eikä puolikkaita kontteja tarvitsisi jättää varastoon. Tällä hetkellä Aerotechia annostellaan vain PK 12:ta. Jos tulevaisuudessa myös PK 11:ta annostelu saadaan käyttöön, voisi annostelusäiliöksi vaihtaa vapaaksi jääneen 7,5 m<sup>3</sup>:n säiliön ja säiliön täyttämiseen hankkia paineilmatoimisen kalvopumpun. Ehdotan, että Fennosan R 20 A:n annostelussa tulotaisiin käyttämään biosidin annostelujärjestelmää. Lisäksi toista Fennosan R 20:n annostelusäiliötä, joka ei ole tällä hetkellä käytössä, voitaisiin ottaa käyttöön tai vaihtoehtoisesti käyttää sitä Fennodispo 320 annosteluun.

### 6.5 Tehdas E

Märänpään annostelusäiliöiden, Fennodispo 320:n, Fennosan GL 24:n, Fennosurf 300:n ja Fennocide 145:n, täyttämiseen voitaisiin hankkia paineilmatoimiset siirtopumput. Tällöin säiliöiden täyttö olisi vaivattomampaa, nopeampaa ja myös turvallisempaa, kun jokaiselle säiliölle olisi oma kiinteä pumppu, eikä siirtopumppua tarvitsisi näin ollen vaihtaa säiliöstä toiseen.

## 6.6 Tehdas F

Fennodispo 525 säiliön täyttö voitaisiin tulevaisuudessa tehdä valuttamalla. Fennofloc A 18 kemikaalia joudutaan tällä hetkellä lisäämään kahtena päivänä viikossa, jotta kemikaalin lisäys voitaisiin vähentää yhteen kertaan viikossa, pitäisi hankkia suurempi annostelusäiliö tai hankkia toinen säiliö vanhan rinnalle. Suurempi säiliö voisi olla toiselta tehtaalta vapaaksi jäänyt 7,5 m<sup>3</sup>:n säiliö, jolloin nykyisen annostelupisteen paikkaa pitäisi muuttaa.

## 7 KEMIKAALIKESTÄVYYS TAULUKKO

Kemikaalikestävyys taulukossa on esitetty miten annostelulaitteet ja pumpput, sekä niissä käytetyt osat ja liittimet kestävät Fennocide- ja Fennosan kemikaaleja. Taulukossa on esitetty laitteistojen ja osien eri materiaalivaihtoehtot ja luokiteltu, kestävätkö ne hyvin, huonosti vai eivät ollenkaan kyseistä kemikaalia. Taulukkoa laadittaessa on myös otettu huomioon se, että joidenkin laitteistojen osien ja liittimien materiaaleista ei löydy sopivaa vaihtoehtoa joillekin kemikaaleille. Esimerkiksi kamlockeja ei ole saatavissa kuin PP:sta ja metallista valmistettuja. Tämän vuoksi ne kestävät huonosti hyvin hapettavia tai syövyttäviä biosideja, biosidi haurastuttaa, syövyttää tai korrodoi materiaalia ja johtaa lopulta kemikaalivuotoihin. Esimerkiksi Fennocide 145:n annostelussa tämä on otettava huomioon, ja korvattava huonosti kestävät liittimet PVC osista rakennetuilla liitoksilla. Kamlockeja voidaan myös tehdä sorvaamalla halutusta materiaalista esim. PVC:stä. Jos kuitenkin korvaavaa vaihtoehtoa ei ole saatavilla, ja huonosti kestäviä osia joudutaan käyttämään, on niiden kestämistä seurattava erittäin tarkasti ja vaihdettava osa tarpeen vaatiessa uuteen.

## 8 TYÖN TULOKSET

Työn tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että työssä esitetyt parannukset ovat suurimmaksi osaksi ehdotuksia. Parannusehdotukset menevät työn valvojana toimivalle Joni Välimäelle, joka tarkastelee tehtyjä ehdotuksia ja poimii ehdotuksista mahdolliset toteutuskelpoiset ideat ja vie niitä eteenpäin. Ehdotusten toteutuminen riippuu myös siitä, mitä kemikaaleja tehtailla tulevaisuudessa annostellaan. Joten varsinaiset työn tulokset ovat nähtävissä vasta tulevaisuudessa.

Työssä toteutettiin jo yksi konkreettinen parannus, kun tehtaalla A saatiin Fennocide BR 98 kemikaalin lisäystarvetta muutettua niin, että kemikaalia lisätään kerran viikossa, kun aikaisemmin kemikaalia lisättiin kaksi kertaa viikossa. Lisäksi työssä laadittiin kemikaalikestävyys taulukko, josta nähdään työssä käsiteltävänä olevien kemikaalien vaikutukset eri annostelulaitteisiin ja pumppuihin. Taulukon on tarkoitus olla tulevaisuudessa Länsi- ja Keski-Suomen asiakaspalveluinsinöörien käytössä ja toimia apuna pumppujen ja laitteiden materiaaleja valittaessa.

## LÄHTEET

1 Alen, Raimo, Papermaking chemistry, Jyväskylä: Gummerus Oy, 2007. s. 182-196  
ISBN 978-952-5216-24-0

2 Kemira Oyj Vaasa, Tuote-esitteet

3 Kemira Oyj Vaasa, Käyttöturvallisuustiedotteet

4 Teknopump www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 6.2.2009]. Saatavissa:  
<http://teknopump.com/tynnyripumput.html>

5 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 9.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-4033/169\\_read-1106/](http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-4033/169_read-1106/)

6 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 9.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/Portaldata/1/Resources/Import/BA/BA\\_DUO\\_002\\_10\\_04\\_GB.pdf](http://www.prominent.fi/Portaldata/1/Resources/Import/BA/BA_DUO_002_10_04_GB.pdf)

7 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 9.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-4035/280\\_read-1393/](http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-4035/280_read-1393/)

8 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 14.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9825/1029\\_read-901/](http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9825/1029_read-901/)

9 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 14.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/Portaldata/1/Resources/Import/BA/BA\\_G\\_028\\_03\\_07\\_GB.pdf](http://www.prominent.fi/Portaldata/1/Resources/Import/BA/BA_G_028_03_07_GB.pdf)

10 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 20.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9826/1030\\_read-12/](http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9826/1030_read-12/)

11 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 20.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9826/1030\\_read-8/](http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9826/1030_read-8/)

12 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 20.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9826/1030\\_read-95/](http://www.prominent.fi/desktopdefault.aspx/tabid-9826/1030_read-95/)

13 Prominentin www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 20.2.2009]. Saatavissa:  
[http://www.prominent.fi/Portaldata/1/Resources/Import/BA/BA\\_SI\\_029\\_07\\_08\\_GB.pdf](http://www.prominent.fi/Portaldata/1/Resources/Import/BA/BA_SI_029_07_08_GB.pdf)

14 YTM-Industrial www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 9.3.2009]. Saatavissa:  
[http://www.ytm.fi/tuotteet/akamex\\_annostelutekniikka/kemex\\_annostelija](http://www.ytm.fi/tuotteet/akamex_annostelutekniikka/kemex_annostelija)

15 YTM-Industrial www-sivu [verkkodokumentti]. [Viitattu 9.3.2009]. Saatavissa:  
[http://www.ytm.fi/tuotteet/akamex\\_annostelutekniikka/biosidijarjestelma](http://www.ytm.fi/tuotteet/akamex_annostelutekniikka/biosidijarjestelma)

## KLOORIJÄÄMÄ MITTAUKSET KUN ASPINAATTOREISSA KÄYTETTY LÄMMINTÄ VETTÄ

Bromia lisätty kaksi kertaa viikossa		Kloorijäämä mg/l	Kloorijäämä bromin lisäyksen jälkeen
23.tammi	Lämminvesisäiliö	2,7	3,3
	Suihkuvesisäiliö	0,4	0,9
24.tammi	Lämminvesisäiliö	2,3	
	Suihkuvesisäiliö	1,2	
26.tammi	Lämminvesisäiliö	1	2,14
	Suihkuvesisäiliö	0,04	0,8
27.tammi	Lämminvesisäiliö	1,2	
	Suihkuvesisäiliö	0,12	

Bromia lisätty kerran viikossa		Kloorijäämä mg/l	Kloorijäämä bromin lisäyksen jälkeen	Redox	Redox bromin lisäyksen jälkeen
28.tammi	Lämminvesisäiliö	0,76	3,3		
	Suihkuvesisäiliö	0,03	0,15		
29.tammi	Lämminvesisäiliö	1,7		340	
	Suihkuvesisäiliö	0,19		88	
30.tammi	Lämminvesisäiliö	1,1		315	
	Suihkuvesisäiliö	0,27		78	
1.helmi	Lämminvesisäiliö	0,57		290	
	Suihkuvesisäiliö	0,03		64	
5.helmi	Lämminvesisäiliö	1,2	3		
	Suihkuvesisäiliö			60	80

## KLOORIJÄÄMÄ MITTAUKSET KUN ASPINAATTOREISSA KÄYTETTY KEMIALLISTA VETTÄ

Bromia lisätty kerran viikossa		Kloorijäämä mg/l	Kloorijäämä bromin lisäyksen jälkeen	Redox	Redox bromin lisäyksen jälkeen
30.maalis	Lämminvesisäiliö	1,2	2,7	347	389
	Suihkuvesisäiliö			78	91
31.maalis	Lämminvesisäiliö	1,7		365	
	Suihkuvesisäiliö			86	
3.huhti	Lämminvesisäiliö	1,6		260	
	Suihkuvesisäiliö			75	
6.huhti	Lämminvesisäiliö				
	Suihkuvesisäiliö	1,3		70	